



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :  H04N 5/217, A61B 6/03, 6/14		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/08440  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. Februar 1999 (18.02.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/05069	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).		
(22) Internationales Anmeldedatum: 10. August 1998 (10.08.98)			
(30) Prioritätsdaten: 197 34 717.7 11. August 1997 (11.08.97) DE			Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(71) Anmelder ( <i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i> ): SIRONA DENTAL SYSTEMS GMBH [DE/DE]; Fabrikstrasse 31, D-64625 Bensheim (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder ( <i>nur für US</i> ): BONK, Roland [DE/DE]; Schloß Stutensee 10, D-76297 Stutensee (DE). ZELLER, Uwe [DE/DE]; Adolf-Reichweinstrasse 29, D-61267 Anspach (DE).			
(74) Anwalt: ISENBRUCK, Günter, Bardehle, Theodor-Heuss-Anlage 12, D-68165 Mannheim (DE).			

(54) Title: METHOD FOR COMPENSATING THE DARK CURRENT OF AN ELECTRONIC SENSOR HAVING SEVERAL PIXELS

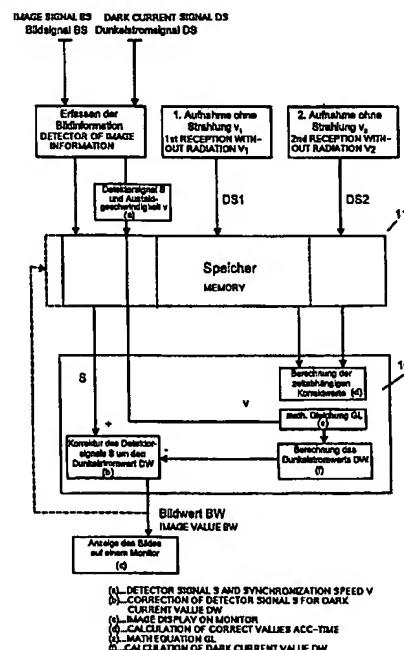
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR KOMPENSATION DES DUNKELSTROMS EINES MEHRERE PIXEL AUFWEISENDEN ELEKTRONISCHEN SENSORS

## (57) Abstract

The invention relates to a method for compensating the dark current of an electronic sensor having several pixels each with individual dark current behaviour. According to said method a radiation originating from a radiation source (3) and designed to generate an image signal (BS) is pointed at a detector unit (4) containing the sensor. An image with different synchronization speed (v) (integration time) is established by reading the detector signal (S) present in the sensor pixels. The method is characterized in that before the start or after the end of the image recording in the presence radiation the sensor is read in the absence of radiation at least two different synchronization speeds ( $v_1, v_2$ ) in such a way that at least two dark current signals (DS1, DS2) are captured for every pixel, in that the read dark current signals (DS1, DS2) are then used to calculate a dark current value (DW) of individual sensor pixels in relation to the synchronization speed (v), and in that on the basis of the dark current value assigned to each pixel, the detector signal (S) superimposed by the dark current signal is corrected so as to determine the image value (BW).

## (57) Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Kompensation des Dunkelstroms eines mehrere Pixel mit einem individuellen Dunkelstromverhalten aufweisenden elektronischen Sensors vorgeschlagen, wobei aus einer Strahlenquelle (3) eine Strahlung zur Erzeugung eines Bildsignals (BS) auf eine den Sensor enthaltende Detektoranordnung (4) gerichtet ist und eine Aufnahme mit unterschiedlicher Austaktgeschwindigkeit (v) (Integrationszeit) durch Auslesen des in den Pixeln des Sensors vorhandenen Detektorsignals (S) erstellt wird, bei dem vor Beginn oder nach dem Ende der Aufnahme mit Strahlung der Sensor ohne Strahlung mit wenigstens zwei unterschiedlichen Austaktgeschwindigkeiten ( $v_1, v_2$ ) ausgelesen und damit für jede Pixel wenigstens zwei Dunkelstromsignale (DS1, DS2) erfasst werden, bei dem anschließend die ausgelesenen Dunkelstromsignale (DS1, DS2) zur Berechnung eines Dunkelstromwertes (DW) einzelner Pixel des Sensors in Abhängigkeit der Austaktgeschwindigkeit (v) herangezogen werden und bei dem anschließend mit dem jedem Pixel zugeordneten Dunkelstromwert eine Korrektur des mit dem Dunkelstromsignal überlagerten Detektorsignals (S) zur Ermittlung des Bildwerts (BW) vorgenommen wird.



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

# Verfahren zur Kompensation des Dunkelstroms eines mehrere Pixel aufweisenden elektronischen Sensors

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation des Dunkelstroms eines mehrere Pixel aufweisenden elektronischen Sensors. Dabei ist aus einer Strahlenquelle eine Strahlung zur Erzeugung eines Bildsignals auf einen den Sensor enthaltende Detektoranordnung gerichtet und es werden mehrere Aufnahmen mit unterschiedlicher Aufnahmezeit (Integrationszeit) 15 durchaus Auslesen des in den Pixeln des Sensors vorhandenen Detektorsignals erstellt. Ein derartiges Verfahren ist insbesondere zur Erstellung von zahnärztlichen Panorama- oder cephalometrischen Schichtaufnahmen mit einem Röntgendiagnostikgerät, welches eine Dreheinheit mit einer Strahlenquelle und einer diametral dazu angeordneten Detektoranordnung mit elektronischem Sensor, vorzugsweise einem CCD-Sensor, enthält, verwendbar.

25 Aus der EP-A-0 279 294 ist es bekannt, in der zahnärztlichen Röntgendiagnostiktechnik bei Panorama- oder cephalometrischen Röntgenschichtaufnahmen anstelle eines Films mit Verstärkerfolie einen strahlenempfindlichen (CCD-) Sensor einzusetzen und durch eine besondere Betriebsart des Sensors (TDI: Time Delay and Integration) die Funktion des bewegten Filmes elektronisch "nachzubilden", indem die durch die Belichtung erzeugten Ladungspakete des Sensors entsprechend weitergetaktet werden, während ständig neue Ladungen hinzukommen.

Auch die DE-A-19 525 678 beschreibt eine Methode und eine Vorrichtung zur Einstellung von bilderzeugenden Werten in einem Panorama-Röntgenbild erzeugenden Apparat. Nachteilig ist 5 hier, daß die durch den Herstellprozeß bedingte Ortsabhängigkeit des Dunkelstroms in Bezug auf die einzelnen Pixel nicht berücksichtigt. Zwar ist durch die Regelung des Signal-Rausch-Abstandes implizit eine Zeitabhängigkeit gegeben, die beschriebene Anordnung setzt aber einen idealen Sensor vor-10 aus, der ohne Fehlstellen in den Pixeln arbeitet.

Der Röntgensensor besteht konstruktiv in der Regel aus mehreren, mit minimalstem Abstand angeordneten (CCD-)Elementen. Dem durch Röntgenstrahlung erzeugten Bildsignal sind ver-15 schiedene Störsignale überlagert. Die dominierende Beein- trächtigung des Signals erfolgt durch das zeit- und tempera- turabhängige Generieren von Ladungsträgern im Sensor, das in der einschlägigen Literatur „Solid State Imaging with Charge- Coupled Devices“, Albert J.P. Theuwissen, Kluwer Academic Pu-20 blishes Dordrecht, Boston, London 1995, Seite 92-95 (und Sei- ten 274/275 zum TDI-Betrieb) als Dunkelstrom bezeichnet wird. Das generierte Dunkelstromsignal ist sowohl vom eingesetzten Sensor als auch von den einzelnen Pixeln des Sensors abhän-25 gig; das Dunkelstromsignal ist damit ortsabhängig [y]. Wei- terhin ist dieses Signal von der Integrationszeit und dadurch auch von der variablen Umlaufgeschwindigkeit des Drehsystems abhängig und somit zeitabhängig [x]. Im übrigen ist das Dun- kelstromsignal auch abhängig von der Temperatur und der über die Lebensdauer kummulierten Röntgendosis.

30

Bisher wird man eine Korrektur des Dunkelstroms dadurch er-zielen, indem man zu Beginn und Ende einer Aufnahme eine Dun-

kelstrominformation aus den abgedeckten bzw. unbestrahlten Randzonen des Sensors erfaßt. Aus den so gewonnenen Daten wird für jede Zeile einen Korrekturwert berechnet. Von jedem Pixel einer Zeile subtrahiert man anschließend den dazugehörigen, über die gesamte Zeile konstanten Korrekturwert.

Nachteil dieser Dunkelstromkorrektur ist, daß zwar Schwankungen der Integrationszeit, und damit die zeitabhängige Änderung des Dunkelstromes, berücksichtigt werden, aber keine Schwankungen der verschiedenen Pixel einer Zeile des Sensors. Es können somit in Abhängigkeit vom verwendeten CCD-Sensor signifikante Bildartefakte auftreten.

Eine weitere bekannte Methode zur Dunkelstromkorrektur ist die Subtraktion einer kompletten Dunkelstromaufnahme. Dazu wird zusätzlich zur Bildaufnahme eine Dunkelstromaufnahme durchgeführt und von der Strahlungsaufnahme subtrahiert. Obgleich eine solche Methode gute Ergebnisse liefert, ist sie für die eingangs erwähnten Panorama- und cephalometrischen Aufnahmen nicht anwendbar, da durch das Dunkelstrombild und des damit verbundenen zusätzlich erforderlichen Speicheraufwandes sich die Kosten in unangemessener Weise erhöhen würden. Außerdem würde sich der Aufnahmearlauf durch die erforderliche Wartezeit, die durch die Erzeugung der Positionsimpulse notwendig ist, verzögern.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, demgegenüber eine verbesserte Lösung einer Kompensation des Dunkelstromes zu erzielen.

30

Erfindungsgemäß wird vor Beginn oder nach dem Ende einer Aufnahme mit Strahlung der Sensor ohne Strahlung mit wenigstens

zwei unterschiedlichen Austaktgeschwindigkeiten (Integrationszeiten) ausgelesen und damit für jedes Pixel wenigstens zwei Dunkelstromsignale erfaßt werden. Anschließend werden die ausgelesenen Dunkelstromsignale zur Berechnung eines Dunkelstromwertes der einzelnen Pixel in Abhängigkeit der Austaktgeschwindigkeit herangezogen und damit ein für jeden Bildpunkt (Pixel) verfügbare berechneter Dunkelstromwert bestimmt. Dieser Dunkelstromwert wird schließlich zur Bildkorrektur verwendet, indem anschließend mit dem jedem Pixel zugeordneten Dunkelstromwert eine Korrektur des mit dem Dunkelstromsignal überlagerten Detektorsignals zur Ermittlung des Bildwerts vorgenommen wird.

Vorteilhafterweise wird ein CCD-Sensor mit diesem Verfahren betrieben, wobei insbesondere der Betrieb einer zweidimensionalen Pixelmatrix im TDI-Modus von besonderer Bedeutung ist.

Der Sensor kann dabei mehrere voneinander räumlich abgesetzte Bereiche aufweisen, zwischen denen nicht unbedingt eine Signalerfassung stattfindet. Vorteilhafterweise ist dieser nicht strahlungsempfindliche Bereich minimal, etwa in der Größenordnung eines Pixels (Bildpunkts). Dadurch läßt sich ein aus mehreren Bereichen zusammengesetzter Sensor herstellen. Das insbesondere im Randbereich jedes Bereichs gegenüber den mittigen Bereichen abweichende Verhalten kann durch das erfindungsgemäße Verfahren korrigiert werden.

Für die Berechnung der Abhängigkeit des Dunkelstromwertes von der Austaktgeschwindigkeit wird anhand der mindestens zwei ausgelesenen Dunkelstromsignale eine rechnerische Beziehung hergestellt und der einen Pixel zugeordnete Dunkelstromwert mittels einer Inter- oder Extrapolation entsprechende rechne-

rischen Beziehung in Abhängigkeit von der tatsächlichen Aufnahmzeit berechnet. Die Anzahl der ausgelesenen Doppelstromsignale für jedes Pixel, kann im mathematischen Sinne als Anzahl von Stützstellen zur Ermittlung einer rechnerischen Beziehung angesehen werden. Das Dunkelstromverhalten eines Pixels wird dabei durch eine Näherung definiert und der Dunkelstromwert eines Pixels in Abhängigkeit von der Integrationszeit als Gleichung erster Ordnung, die durch zwei Stützstellen definiert ist, bzw. als Ausgleichsfunktion höherer Ordnung, sofern mehr als zwei Stützstellen erfaßt werden, ausgedrückt.

Zur Ermittlung der Integrationszeiten der einzelnen Bildspalten werden die Zeiten der Austaktimpulse und damit die Austaktfrequenz erfaßt und festgehalten. Die Integrationszeit einer Bildspalte im TDI-Betrieb ist die Summe der jeweils letzten (n) ermittelten Austaktzeiten, wobei (n) hierbei die Anzahl der Pixel in TDI-Richtung definiert. Die Anzahl der Austaktzeiten ist abhängig von der Breite des Sensors und damit von der Anzahl der Pixel in einer Spalte. Bei einem fiktiven Sensor von beispielsweise 66 Pixeln Breite (in TDI-Richtung) ergeben sich 66 Austaktimpulse. Die Integrationszeiten werden für jede Bildzeile aus vorhergehenden 66 Austaktzeilen berechnet und gespeichert.

25

Das Verfahren eignet sich insbesondere zur Erstellung einer zahnärztlichen Röntgenaufnahme, da hier eine nichtkonstante Bewegungsgeschwindigkeit des Sensors zu unterschiedlichen Austaktgeschwindigkeiten (Integrationszeiten) des Sensors führt.

Vorteilhafterweise wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Erstellung von zahnärztlichen Panorama- oder cephalometrischen Schichtaufnahmen mit einem Röntgendiagnostikgerät vorgenommen, welches eine Dreheinheit mit einer Strahlenquelle und einer diametral dazu angeordneten Detektoranordnung mit mindestens einem elektronischen Sensor enthält. Bei diesen Aufnahmen wird die Dreheinheit mit einer nichtkonstanten Bewegungsgeschwindigkeit um den Kopf des Patienten herumgeführt.

10

Vorteilhafterweise werden die beim Auslesen des Sensor entstehenden Detektorsignale in einer Speichereinheit abgespeichert. In einem nachfolgenden Schritt wird Korrektur des mit dem Dunkelstromsignal überlagerten Detektorsignals zur Ermittlung des Bildsignals in einer mit der Speichereinheit verbundenen Recheneinheit vorgenommen. Hierdurch wird die Erstellung der korrigierten Aufnahme nach der Erzeugung der unkorrigierten Aufnahme von dem eigentlichen Aufnahmevergang abgekoppelt, so daß die Aufnahme selbst durch die Korrektur nicht beeinflußt wird.

Prinzipiell ist es aber möglich, die Dunkelstromsignale vor Beginn der Aufnahme zu erfassen und eine Echtzeitkorrektur vorzunehmen, so daß bereits während der Aufnahme Bildwerte angezeigt werden können.

Anhand der Fig. 1 bis 5 wird der Ablauf näher erläutert.

Es zeigt die

5 Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines zahnärztlichen Röntgendiagnostikgerätes zur Erstellung von Panoramenschichtaufnahmen, die

Fig. 2 eine Detektoranordnung mit einem mehrere Bereiche aufweisenden Sensor, die

10 Fig. 3 ein Dunkelstromprofil aus den Dunkelstromwerten einer Reihe von Pixeln der Detektoranordnung aus Fig. 2, die

Fig. 4 ein erstes Ablaufschema mit dem grundsätzlichen Prinzip der Erfindung und die

15 Fig. 5 ein Ablaufschema unter Verwendung eines Speichers.

Die Fig. 1 zeigt in einer Prinzipdarstellung ein zahnärztliches Röntgendiagnostikgerät zur Erstellung von Panoramenschichtaufnahmen, nachfolgend kurz mit PAN-Aufnahmen bezeichnet. Das Gerät enthält eine in der Höhe verstellbare Tragsäule 1, an der eine Dreheinheit 2 gehalten ist, die Träger einerseits einer Röntgenstrahlenquelle 3 mit Primärblende 6 und diametral dazu andererseits einer Detektoranordnung 4 ist. Mit 5 ist eine Kopfhalte- und Positioniereinrichtung bezeichnet, mit der in bekannter Weise der Patientenkopf in einer definierten Position fixiert werden kann. Aufbau sowie Verstellmöglichkeiten der Dreheinheit und der Kopfhalte- und Positioniereinrichtung sind bekannt und beispielsweise in der EP-0 229 308 beschrieben.

30 Die Detektoranordnung 4 enthält drei in einem geringen Abstand übereinander angeordnete, röntgenstrahlenempfindliche CCD-Elemente 7 bis 9 (Fig. 2) bestimmter Breite (B) und Länge

(L). Für PAN-Aufnahmen beträgt die CCD-Breite (x-Richtung) typischerweise 5 bis 10 mm, die Sensorlänge (y-Richtung) insgesamt 150 mm. Die TDI-Richtung, in der die Ladungspakete innerhalb des CCD's transportiert werden, ist durch einen Pfeil 5 angegeben. In der Breite sind mehrere Pixelreihen nebeneinander angeordnet.

In Fig. 3 ist das für eine Reihe von Pixeln der CCD-Elemente 7 bis 9 tatsächlich vorliegende Dunkelstromprofil anhand der 10 Dunkelstromwerte DS jedes einzelnen Pixels der CCD-Elemente 7 bis 9 dargestellt. Die Dunkelstromwerte der einzelnen Pixel untereinander können beträchtlich voneinander abweichen, wodurch die Profile stark voneinander abweichen können. Herstellungsbedingt sind besonders im Randbereich hohe Dunkelstromwerte vorhanden, da das Aussägen des Sensormaterials 15 Veränderungen im Material bewirkt. Dadurch kommt es in der Umgebung der Übergänge zwischen zwei benachbarten CCD-Elementen 7, 8, 9 zu Sprüngen.

20 Wie aus dem Ablaufschema nach Fig. 4 hervorgeht, werden die erfaßten Bildinformationen, als Detektorsignal S, bestehend aus dem ausgetakteten Bildsignalen BS mit den Dunkelstromsignalen D5, ausgelesen und in einen Rechner 10 gegeben. Gleichzeitig werden die dazugehörigen Austaktgeschwindigkeit 25 gemessen und festgehalten. Wie bereits angesprochen, werden vor Beginn einer Aufnahme oder nach einer Aufnahme mindestens zwei Datensätze vom unbestrahlten Sensor bei definierten Austaktgeschwindigkeiten  $v_1$ ,  $v_2$  erfaßt. Die so gewonnenen Informationen werden einer Berechnung durch Abschätzung unterzogen, wobei dabei ein für jeden Bildpunkt berechneter Dunkelstromwert DW bestimmt wird. In Verbindung mit den Austaktzeiten werden zeitabhängige Korrekturwerte ermittelt und dem 30

Rechner 10 zur Kompensation des Dunkelstromes zur Verfügung gestellt. Der Rechner 10 liefert sodann im Dunkelstromverhal-ten verbesserte Bildwerte BW, welche in bekannter Weise zu einem Bild aufbereitet werden, das in bekannter Weise auf ei-5 nem Monitor wiedergegeben werden kann.

In Fig. 5 ist das Ablaufschema derart verfeinert, daß eine Speichereinheit 11 vorgesehen ist, in der die aus Bildsignal BS und Dunkelstromsignal DS bestehenden Bildinformationen als 10 Detektorsignal S unter Erfassung der Austaktgeschwindigkeit v abgelegt sind. In dem Speicher 11 sind weiterhin das zu jedem Pixel gehörige Dunkelstromsignal DS<sub>1</sub>, DS<sub>2</sub> der mindestens zwei Aufnahmen unterschiedlicher Austaktgeschwindigkeit v<sub>1</sub>, v<sub>2</sub>, abgelegt, die zur Berechnung des zeitabhängigen Dunkel- 15 stromwertes DW zur Korrektur des Detektorsignals S herangezo- gen werden. Durch die Austaktgeschwindigkeit v ist ein direk- ter Bezug zu der Integrationszeit gegeben, da bei hoher 20 Austaktgeschwindigkeit v die Integrationszeit gering ist und umgekehrt. Die Austaktgeschwindigkeit selbst steht in einer Beziehung zu der Geschwindigkeit der Bewegung des Sensors.

In dem Rechner 10 erfolgt die Berechnung des Dunkelstromwer-tes DW in Abhängigkeit der Integrationszeit, wobei die Dun- 25 kelstromsignale DS<sub>1</sub>, DS<sub>2</sub> zur Erzeugung einer Gleichung erster Ordnung herangezogen und der Dunkelstromwert DW durch Inter- oder Extrapolation ermittelt wird. Wird die Anzahl der Auf- nahmen ohne Strahlung mit unterschiedlichen Austaktgeschwin- digkeiten v<sub>1</sub>, ... v<sub>n</sub>, erhöht, so nimmt die Zahl der Stütz- 30 stellen zur Erzeugung einer mathematischen Gleichung höherer Ordnung zu.

10

Zur Korrektur des Detektorsignals wird nun der zur Austaktgeschwindigkeit  $v$  gehörige Dunkelstromwert DW über die mathematische Gleichung GL für jedes Pixel berechnet, wobei der Dunkelstromwert DW von dem Detektorsignal S abgezogen wird. Der 5 derart berechnete Bildwert BW wird auf einem Monitor 12 angezeigt und gegebenenfalls in dem Speicher 11 abgespeichert. Selbstverständlich kann der Bildwert auch direkt ausgedruckt werden oder anderweitig verwendet werden.

10

15

20

25

30

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Kompensation des Dunkelstroms eines mehrere  
5 Pixel mit einem individuellen Dunkelstromverhalten auf-  
weisenden elektronischen Sensors, wobei aus einer Strah-  
lenquelle (3) eine Strahlung zur Erzeugung eines Bildsi-  
gnals (BS) auf eine den Sensor enthaltende Detektoranord-  
nung (4) gerichtet ist und eine Aufnahme mit unterschied-  
10 licher Austaktgeschwindigkeit (v) (Integrationszeit)  
durch Auslesen des in den Pixeln des Sensors vorhandenen  
Detektorsignals (S) erstellt wird, dadurch gekennzeich-  
net, daß vor Beginn oder nach dem Ende der Aufnahme mit  
Strahlung der Sensor ohne Strahlung mit wenigstens zwei  
15 unterschiedlichen Austaktgeschwindigkeiten ( $v_1$ ,  $v_2$ ) aus-  
gelesen und damit für jede Pixel wenigstens zwei Dunkel-  
stromsignale (DS1, DS2) erfaßt werden, daß anschließend  
die ausgelesenen Dunkelstromsignale (DS1, DS2) zur Be-  
rechnung eines Dunkelstromwert (DW) einzelner Pixel des  
20 Sensors in Abhängigkeit der Austaktgeschwindigkeit (v)  
herangezogen werden und daß anschließend mit dem jedem  
Pixel zugeordneten Dunkelstromwert (DW) eine Korrektur  
des mit dem Dunkelstromsignal (DS) berlagerten Detektor-  
signals (S) zur Ermittlung des Bildwerts (BW) vorgenommen  
25 wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
der elektronische Sensor, aus dem die Meßsignale ausgele-  
sen werden, ein CCD-Sensor ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor eine zweidimensionale Pixelmatrix aufweist und im TDI-Modus betrieben wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme mittels eines in mehrere voneinander räumlich abgesetzte Bereiche (7, 8, 9) unterteilten Sensors erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Berechnung der Abhängigkeit des Dunkelstromwerts (DW) von der Auftaktgeschwindigkeit (v) anhand der mindestens zwei ausgelesenen Dunkelstromsignale (DS1, DS2) eine rechnerische Beziehung hergestellt wird und daß der einem Pixel zugeordnete Dunkelstromwert (DW) mittels einer Inter- oder Extrapolation entsprechend der rechnerischen Beziehung in Abhängigkeit der tatsächlichen Auftaktgeschwindigkeit berechnet wird.
- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine zahnärztliche Röntgenaufnahme erstellt wird.
- 15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Erstellung von zahnärztlichen Panorama- oder cephalometrischen Schichtaufnahmen mit einem Röntgendiagnostikgerät erfolgt, welches eine Dreieinheit (2) mit einer Strahlenquelle (3) und einer diametral dazu angeordneten Detektoranordnung (4) mit mindestens einem elektronischem Sensor enthält.
- 20 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beim Auslesen des Sensors entste-

henden Detektorsignale (S) in einer Speichereinheit (11) abgespeichert werden und daß in einem nachfolgenden Schritt die Korrektur des mit dem Dunkelstromsignal (DS) überlagerten Detektorsignals (S) zur Ermittlung der Bildwerts (BW) in einer mit der Speichereinheit (11) verbundenen Recheneinheit (10) vorgenommen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Aufnahme wenigstens zwei Dunkelstromsignale (DS1, DS2) erfaßt werden, daß während der Aufnahme anhand der Austaktgeschwindigkeit (v) ein Dunkelstromwert (DW) berechnet wird, daß das Detektorsignal (S) um den Dunkelstromwert (DW) korrigiert wird und daß der so erhaltene Bildwert (BW) angezeigt und/oder abgespeichert wird.

20

25

30

1/3

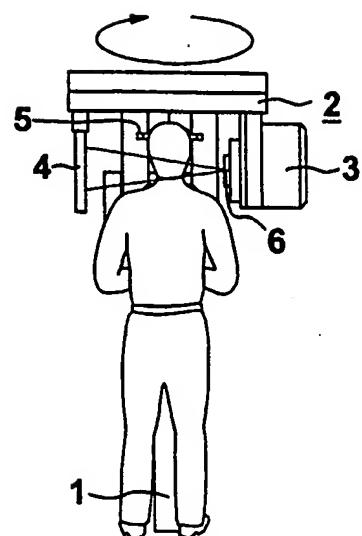


FIG 1

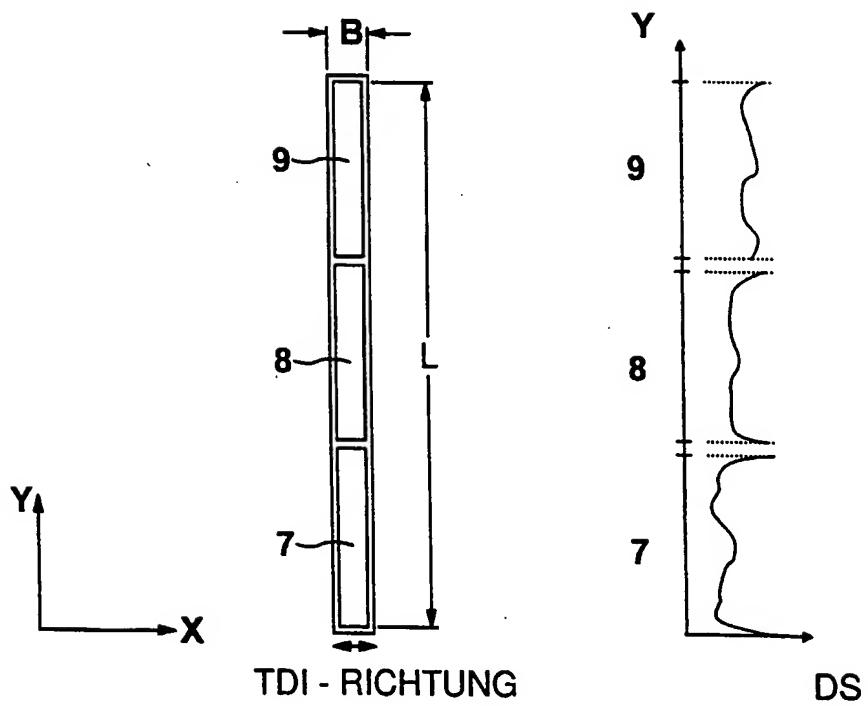


FIG 2

FIG 3

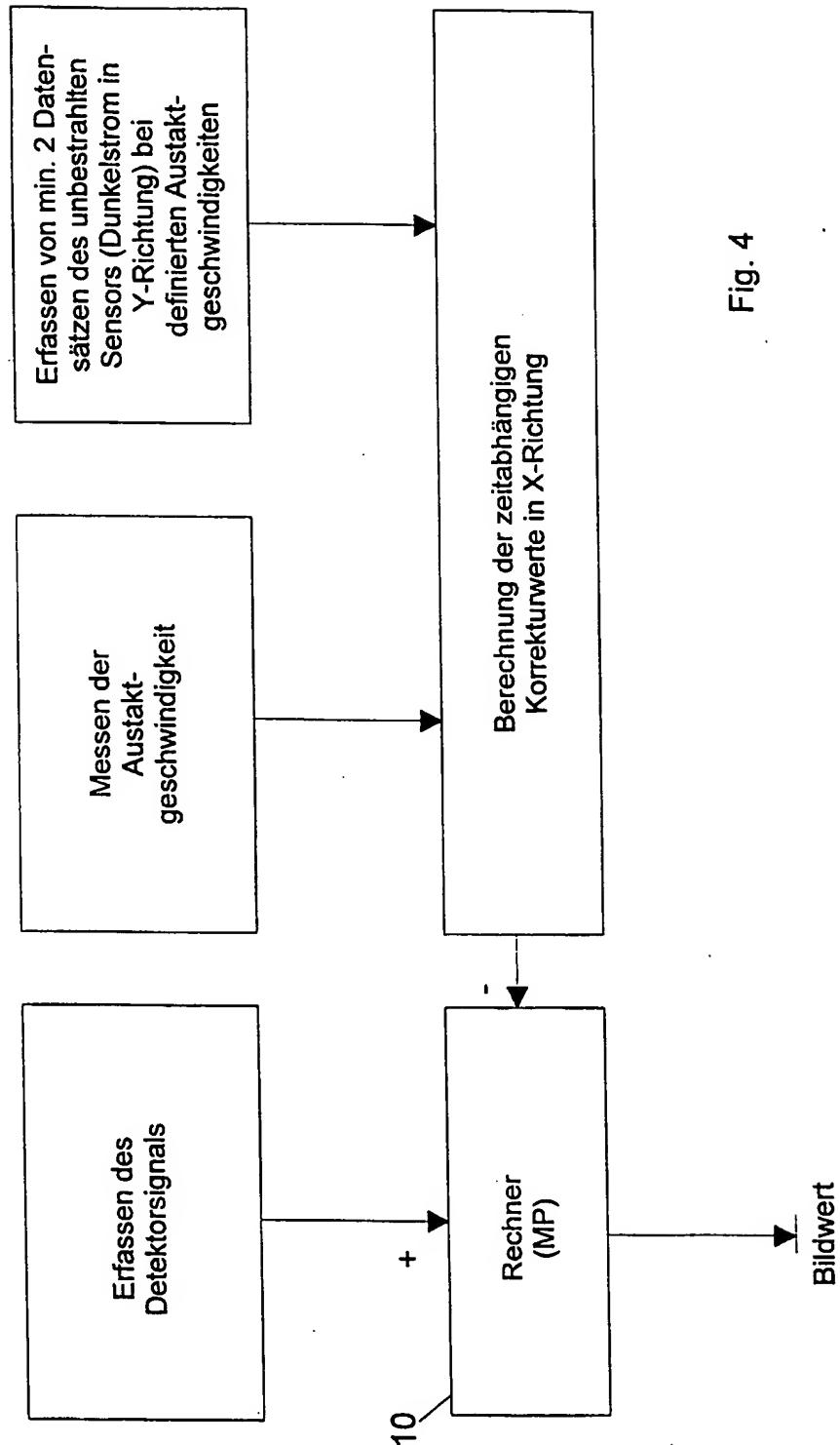


Fig. 4

3/3

Bildsignal BS Dunkelstromsignal DS

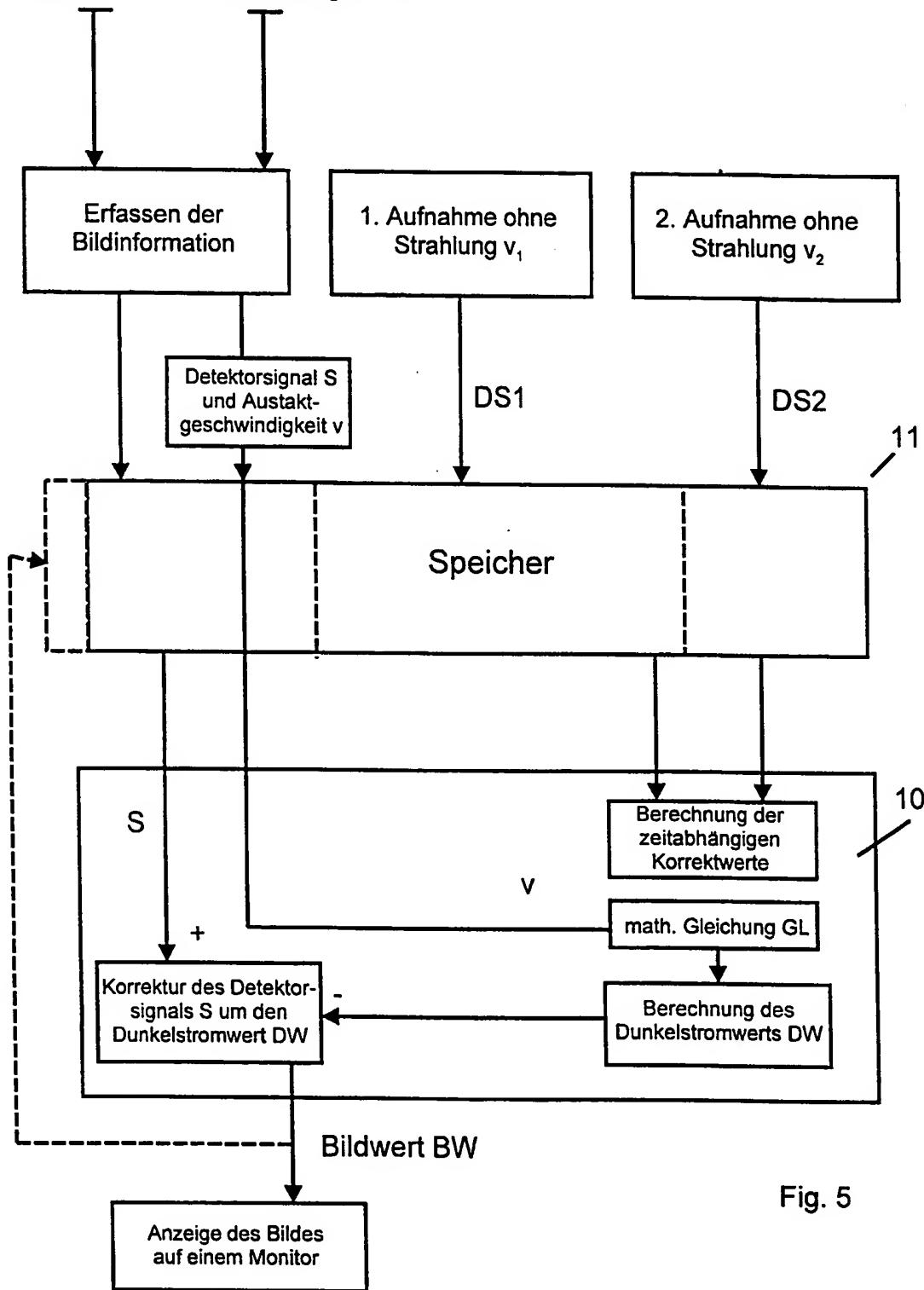


Fig. 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 98/05069

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 H04N5/217 A61B6/03 A61B6/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 H04N A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 89 10037 A (OCE HELIOPRINT AS) 19 October 1989 see page 2, line 33 - page 4, line 17 see page 5, line 5 - page 6, line 9; tables 1,2 ---	1,2,5
A	DE 196 04 631 A (MORITA MFG) 22 August 1996 see column 2, line 62 - column 3, line 28 see column 4, line 45 - column 9, line 11 see column 9, line 53 - column 10, line 42; tables 1-5 ---	1-9
A	WO 93 23952 A (REGAM MEDICAL SYSTEMS AB ;NELVIG PER (SE)) 25 November 1993 see abstract see page 8, line 29 - page 10, line 35; tables 8,9 -----	1,2,7

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

**\* Special categories of cited documents :**

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

4 January 1999

11/01/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Weihs, J

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

Int. Application No

PCT/EP 98/05069

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 8910037	A 19-10-1989	DK	185188 A	07-10-1989
		EP	0400092 A	05-12-1990
		JP	3503703 T	15-08-1991
DE 19604631	A 22-08-1996	JP	8215182 A	27-08-1996
		US	5604781 A	18-02-1997
WO 9323952	A 25-11-1993	AU	669893 B	27-06-1996
		AU	4097693 A	13-12-1993
		BR	9306338 A	30-06-1998
		EP	0640266 A	01-03-1995
		JP	7506512 T	20-07-1995
		SE	9201482 A	12-11-1993
		US	5519437 A	21-05-1996

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05069

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 H04N5/217 A61B6/03 A61B6/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 H04N A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 89 10037 A (OCE HELIOPRINT AS) 19. Oktober 1989 siehe Seite 2, Zeile 33 - Seite 4, Zeile 17 siehe Seite 5, Zeile 5 - Seite 6, Zeile 9; Tabellen 1,2 ---	1,2,5
A	DE 196 04 631 A (MORITA MFG) 22. August 1996 siehe Spalte 2, Zeile 62 - Spalte 3, Zeile 28 siehe Spalte 4, Zeile 45 - Spalte 9, Zeile 11 siehe Spalte 9, Zeile 53 - Spalte 10, Zeile 42; Tabellen 1-5 ---	1-9 -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besondere bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenlegung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

4. Januar 1999

11/01/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Weihns, J

1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05069

**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 93 23952 A (REGAM MEDICAL SYSTEMS AB ;NELVIG PER (SE)) 25. November 1993 siehe Zusammenfassung siehe Seite 8, Zeile 29 - Seite 10, Zeile 35; Tabellen 8,9 -----	1,2,7

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/05069

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 8910037 A	19-10-1989	DK	185188 A	07-10-1989
		EP	0400092 A	05-12-1990
		JP	3503703 T	15-08-1991
DE 19604631 A	22-08-1996	JP	8215182 A	27-08-1996
		US	5604781 A	18-02-1997
WO 9323952 A	25-11-1993	AU	669893 B	27-06-1996
		AU	4097693 A	13-12-1993
		BR	9306338 A	30-06-1998
		EP	0640266 A	01-03-1995
		JP	7506512 T	20-07-1995
		SE	9201482 A	12-11-1993
		US	5519437 A	21-05-1996